

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

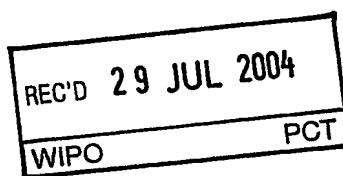
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 6月12日

出願番号  
Application Number: 特願 2003-167242

[ST. 10/C]: [JP 2003-167242]

出願人  
Applicant(s): 株式会社日立製作所

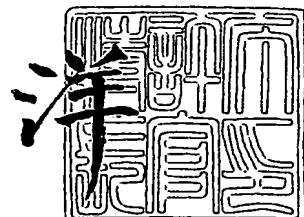


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

八 月 洋



【書類名】 特許願

【整理番号】 1103008161

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23K 20/12

【発明の名称】 重ね継手の摩擦攪拌接合方法

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1番 1号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 青田 欣也

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1番 1号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 稲垣 正寿

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 重ね継手の摩擦攪拌接合方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の部材を重ね合せ、接合ツールを回転させながら一方の部材側に圧入して摩擦攪拌を生じさせて接合する重ね継手の摩擦攪拌接合方法において、前記接合ツールとしてショルダの先端に小径の凸部を有する接合ツールを用い、該接合ツールの凸部および前記ショルダを一方の部材に圧入するようにしたことを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 2】

請求項 1において、前記接合ツールの前記ショルダの先端外周面を傾斜させて傾斜面にしたことを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 3】

請求項 1において、前記接合ツールの前記ショルダの先端外周面に丸みをついたことを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 4】

請求項 1において、複数の部材の重ね面に軟質金属をめっきしたことを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 5】

請求項 4において、前記軟質金属はニッケル、亜鉛、銅のいずれかであること を特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれかにおいて、前記接合ツールを圧入する部材側の表面に台形部材を設け、接合ツールの圧入によるへこみを防止したことを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 7】

請求項 1～6 のいずれかにおいて、一方の部材には重ね面に溝を設け、他方の部材には重ね面に前記溝に嵌合される突起部を設け、前記溝に前記突起部を嵌合して接合することを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

**【請求項 8】**

請求項1～7のいずれかにおいて、前記接合ツールを前記一方の部材に圧入し、接合方向とは反対側に該接合ツールを傾斜させながら移動させて連続的に接合することを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

**【請求項 9】**

請求項1～7のいずれかにおいて、前記接合ツールの圧入と引き抜きを繰り返してスポット接合を行うことを特徴とする重ね継手の摩擦攪拌接合方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、重ね継手の摩擦攪拌接合方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

摩擦攪拌接合技術によって重ね継手を接合する従来技術としては、先端面が平面状の接合ツールもしくは先端面に凹部を有する接合ツールを用い、その接合ツールを一方の部材側に圧入して一方の部材側を摩擦攪拌させ、それによる塑性流動を利用して他方の部材と接合する方法がある（例えば、特許文献1参照）。

**【0003】****【特許文献1】**

特開2001-314981号公報（特許請求の範囲）

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

摩擦攪拌接合による重ね継手の接合では、重ね面の表面酸化皮膜を剥離して界面を活性化することが重要になる。少ない接合ツール圧入深さでこれを達成できれば、接合部の強度を高めることができる。

**【0005】**

本発明の目的は、従来技術よりも更に接合部の強度を高めることができる、重ね継手の摩擦攪拌接合方法を提供することにある。

**【0006】**

**【課題を解決するための手段】**

本発明は、ショルダの先端に小径の凸部を有する接合ツールを用い、これを回転させながら、凸部およびショルダを一方の部材に圧入して摩擦攪拌接合を行うようにしたものである。

**【0007】**

摩擦攪拌接合による重ね接合において、接合ツールを上板と下板の両方に圧入した場合には、接合部に下板にまで達する大きな穴があくという外観上からも好ましくない問題が生ずる。また、融点が大きく異なる材料例えばアルミニウムとニッケルを重ね接合する場合には、アルミニウムの融点は660℃、ニッケルの融点は1455℃であり、接合ツールがアルミニウムとニッケルの両方の金属に圧入されるため、両者の変形抵抗が大きく異なり、キャビティ欠陥が発生するという問題がある。

**【0008】**

このようなことから、本発明では、上板側にのみ接合ツールを圧入するようにした。

**【0009】**

一方の部材側にのみ接合ツールを圧入して重ね接合する方法において、重ね面の表面酸化皮膜を良好に排出するためには、接合ツールの形状が重要であり、本発明では、大径のショルダの先端に小径の凸部を有する接合ツールを用いることで良好な結果を得た。この凸部は、できればドーム状のように滑らかに曲面をしていることが望ましい。

**【0010】**

本発明においては、ショルダの先端外周面を傾斜させて傾斜面にすることが望ましい。また、ショルダの先端外周面に丸みをつけておくことが望ましい。

**【0011】**

接合部材の重ね面に軟質金属をめっきしておくと、接合界面の表面酸化皮膜をより剥離し易くすることができる。接合部材の材質が炭素鋼のような場合には、この方法は極めて有効である。軟質金属としては、ニッケル、亜鉛、銅が特に有効である。

**【0012】**

接合ツールの圧入側部材の表面に台形部材を設けるか或いは台形に加工しておくことにより、接合ツールの圧入によるくぼみが生じても接合強度の低下を防止することができる。

**【0013】**

また、一方の部材の重ね面に溝部を設け、もう一方の部材の重ね面に突起部を設けて、前記溝に他方の突起部を嵌合し、その状態で接合するようすれば、接合ツールと重ね面の距離を短くできる。この方法は、厚板を接合する場合に適する。

**【0014】**

本発明は、接合ツールを部材に圧入させながらそのまま引抜き、これを繰り返すスポット接合にも適用できる。

**【0015】**

接合ツールを圧入させたまま移動して連続的に接合する方法では、接合方向に對して反対側に接合ツールを傾けることが好ましい。

**【0016】****【発明の実施の形態】****実施例 1**

図1は第1の実施例における断面図を示す。接合ツール1は大径のショルダ3の先端に小径の凸部2を有している。接合試験片は受け部材24の上に、上板4と下板5を重ねて配置されている。図2は接合中の斜視図を示す。接合ツール1を上板4の側から回転させながら上板4にのみ圧入した状態で接合方向に移動することにより、上板4と下板5の接合界面6を接合することができる。上板4には、接合ツールの移動にともないくぼみ7が生ずる。図3に接合中の接合方向の断面図を示す。接合中の接合ツール1の回転軸は、矢印で示した接合方向とは反対側、すなわち後進角側に傾斜させる。図4に接合後の接合部の断面図を示す。接合部9の中心には接合ツール1の凸部2に相当するくぼみ7が生じ、接合部表面の両端にはくほんだ分に相当する排出金属8が生じる。このとき、上板4と下板5の重ね面における表面酸化皮膜が剥離されて接合界面6において金属的に接

合される。

#### 【0017】

本実施例の上板4の材質はJIS規格A1050-H24の工業用純アルミニウムであり、下板5の材質はニッケルである。なお、板厚はそれぞれ0.4mmである。また、接合ツール1の材質は工具鋼であり、ショルダ3の直径は5mmで、高さ0.1mmの凸部2を設けている。この接合ツール1を18,000rpmで回転させて上板4に圧入した状態で、接合速度400mm/minで移動させることにより接合する。なお、接合ツール1の回転軸の後進角は2.5°とした。

#### 【0018】

図5は接合部の塑性流動状態の模式図を示す。接合ツール1の圧入により、接合部には圧入方向に大きな荷重が作用する。また、接合部は接合ツール1と上板4との摩擦熱により高温になっている。そのため、高圧・高温の状態で接合部の両端に向かって塑性流動が起こる。この塑性流動により、接合部の上板4と下板5の接合界面6にはせん断応力が働き、接合界面の表面酸化皮膜が剥離されて、両者が金属的に接合される。また、くぼみ7に相当する金属が排出金属8となる。

#### 【0019】

上板4および下板5の材質であるが、同種金属でも異種金属でも接合可能である。特に、アルミニウム、鉛、錫、マグネシウムなどのように融点が低い金属同士またはこれらを一方の部材とする異種金属の接合に適する。融点が大きく異なる金属を接合する場合には、接合温度が高いと両者のあいだに厚い反応層が生じやすい。このような場合には、上板4を低融点金属にして接合することが好ましく、これにより反応層の厚さを最小限にできる。アルミニウムとニッケルの接合など融点が大きく異なる金属の接合には、この方法は特に有効である。さらに、上板4がアルミニウムで下板5が炭素鋼の場合には、炭素鋼の表面にニッケルめっきを施すことも有効である。ニッケルは軟質金属で塑性変形しやすく、表面の酸化皮膜が剥離しやすいからである。他にも、亜鉛めっき、銅めっきも同様の効果が得られる。

#### 【0020】

また、ショルダ3の直径であるが、上板4の板厚および材質に依存する。本実施例では上板の板厚0.4mmに対して、ショルダの直径が5mmであり、板厚の12.5倍である。このように板厚に対してショルダの直径を大きくすることで、接合ツール1を押圧する荷重が大きくなるため、塑性流動圧力も大きくなり、接合面の表面酸化皮膜をより剥離しやすくなる。ショルダの直径は、接合ツールを挿入する側の板厚の8～20倍とすることが望ましい。

#### 【0021】

図6に接合部のせん断強度を示す。接合部の試験片の幅は5mmとした。また、くぼみ7が生じるために、せん断強度は破断荷重を上板4もしくは下板5の板厚から算出した断面積で割った値を用いた。本発明のせん断強度は155～165N/mm<sup>2</sup>であるのに対し、従来法では120～130N/mm<sup>2</sup>である。この理由を次に説明する。

#### 【0022】

図7に本発明の接合部の断面図を示す。せん断強度は上板接合部厚さ12に依存する。接合部の中央にはくぼみ7が生じるがせん断強度の低下の原因にはならない。

#### 【0023】

図8に従来法の接合部の断面図を示す。接合ツール1は円柱形状である。この接合ツール1では、接合部の両端に向かって塑性流動を生じさせ、その結果として排出金属8を生じさせるためには、接合ツール1を上板4の表面より深く圧入しなければならない。そのため、接合部が均一にくぼみ、上板接合部厚さ12が小さくなる。そのため、せん断強度が本発明より低くなる。

#### 【0024】

図9及び図10に接合ツールの形状の例を示す。図9の接合ツール1はツール端部10が曲面になっており、これにより排出金属8がぱりとなつてとれることを防止する効果がある。図10は接合ツール1のツール端部10が傾斜し傾斜面になっている。このツール形状は、排出金属8の排出を抑制する効果があり、そのため、塑性流動圧力も大きくなり、接合面の表面酸化皮膜がより剥離しやすくなる。

**【0025】****実施例2**

図11は第2の実施例における接合前の断面図を示す。実施例1と異なる点は、上板4の接合部に台形部材30を設けて、上板4を厚くしたことである。図12に第2の実施例における接合部の断面図を示す。接合部にはくぼみ7が生じるが、接合部を平滑に研削しても、くぼみが生じることなく平滑な表面が得られる。

**【0026】****実施例3**

図13は第3の実施例における接合前の断面図を示す。また、図14に接合部の断面図を示す。実施例1と異なる点は、上板4に溝部32を設け、下板5に突起部31を設けて、溝部に突起部を嵌合させたことである。これにより、上板4の厚さより接合部の厚さを薄くできるため、より厚い板厚まで接合することができる。

**【0027】****実施例4**

図15は第4の実施例における接合後の上面図を示す。本実施例では接合ツール1を上板4に圧入したのち引抜いてスポット接合をした例である。スポット接合に対しても本発明は適用可能である。

**【0028】****【発明の効果】**

本発明の凸部付き接合ツールによる摩擦攪拌接合方法によれば、重ね継手の接合界面に塑性流動を積極的に生じさせることができ、表面酸化皮膜を剥離排出して界面を活性化できる。また、上板接合部厚さを大きくできるので、接合強度の高い重ね継手が得られる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

第1の実施例における断面図である。

**【図2】**

第1の実施例における接合中の斜視図である。

【図3】

第1の実施例における接合中の接合方向の断面図である。

【図4】

第1の実施例における接合後の接合部の断面図である。

【図5】

第1の実施例における接合部の塑性流動状態の模式図である。

【図6】

第1の実施例における接合部のせん断強度を示すグラフである。

【図7】

第1の実施例における接合部の断面図である。

【図8】

従来法の接合部の断面図である。

【図9】

接合ツールの形状の一例を示す断面図である。

【図10】

接合ツール形状の他の例を示す断面図である。

【図11】

第2の実施例における接合前の断面図である。

【図12】

第2の実施例における接合部の断面図である。

【図13】

第3の実施例における接合前の断面図である。

【図14】

第3の実施例における接合部の断面図である。

【図15】

第4の実施例における接合後の上面図である。

【符号の説明】

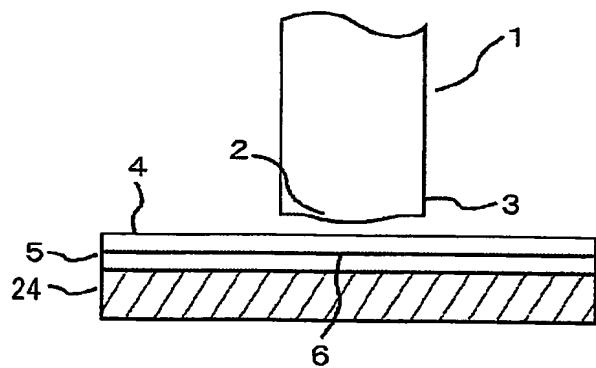
1…接合ツール、2…凸部、3…ショルダ、4…上板、5…下板、6…接合界

面、7…くぼみ、8…排出金属、9…接合部、10…ツール端部、12…上板接合部厚さ、24…受け部材、30…台形部材、31…突起部、32…溝部。

【書類名】 図面

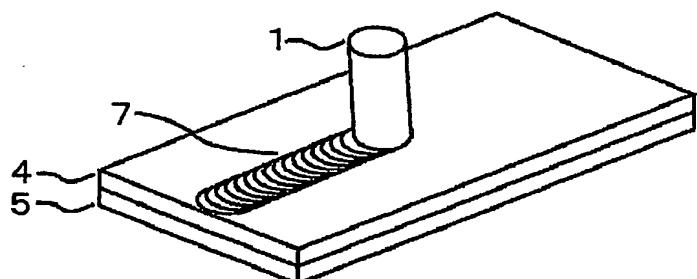
【図 1】

図 1



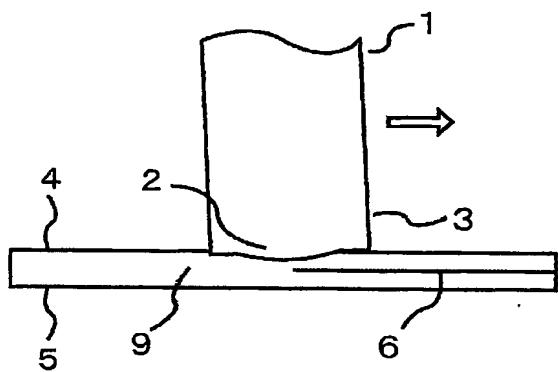
【図 2】

図 2



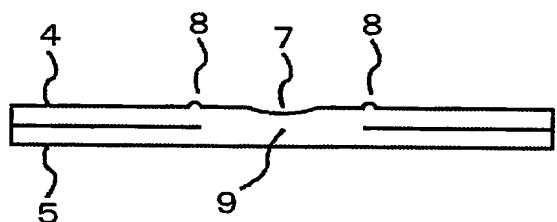
【図3】

図 3



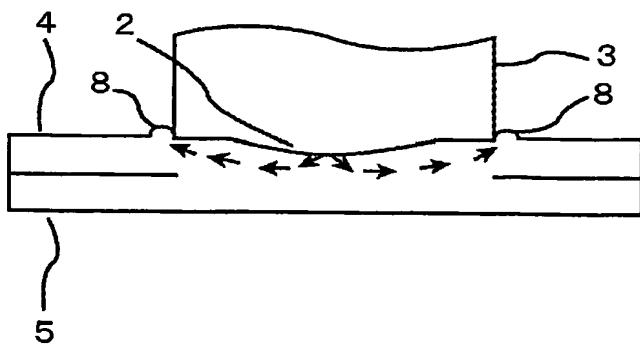
【図4】

図 4



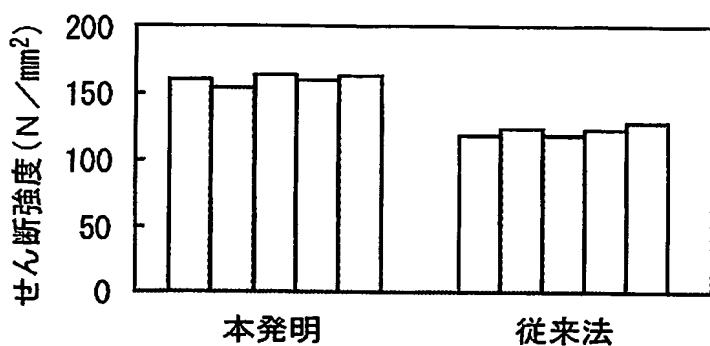
【図5】

図 5



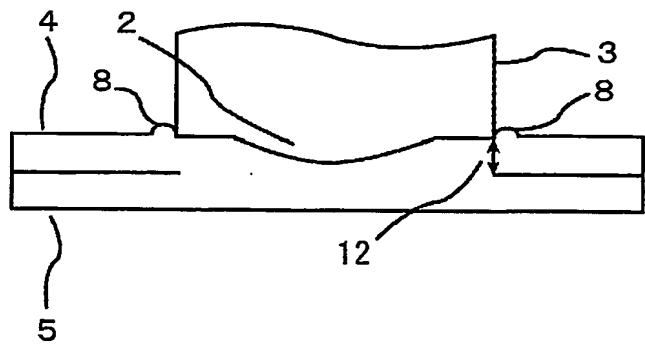
【図6】

図 6



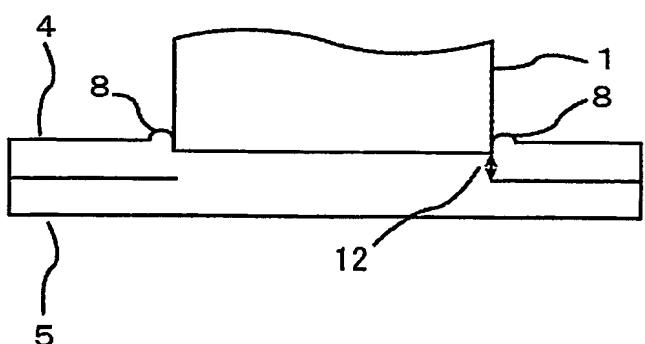
【図7】

図 7



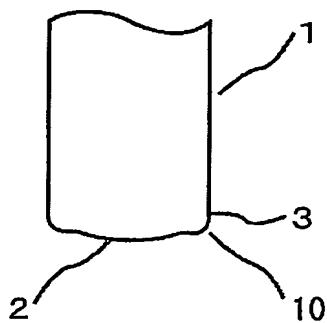
【図8】

図 8



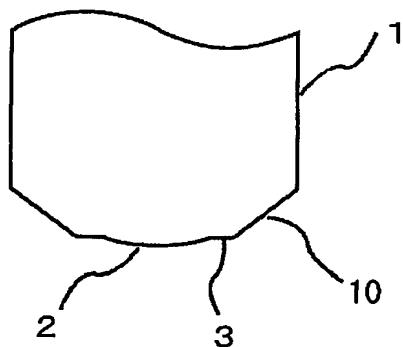
【図9】

図 9



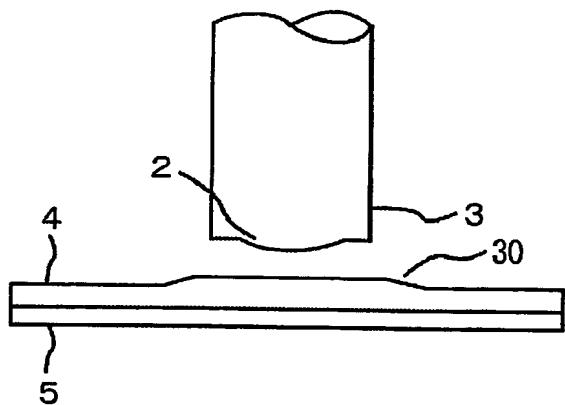
【図10】

図 10



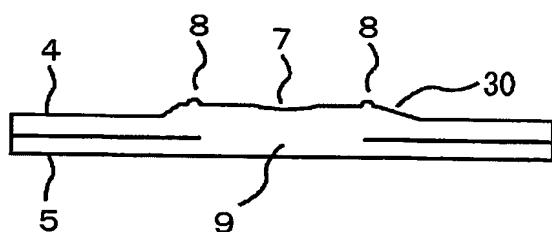
【図11】

図 11



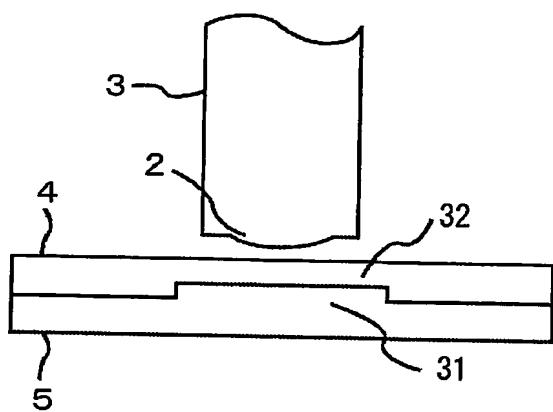
【図12】

図 12



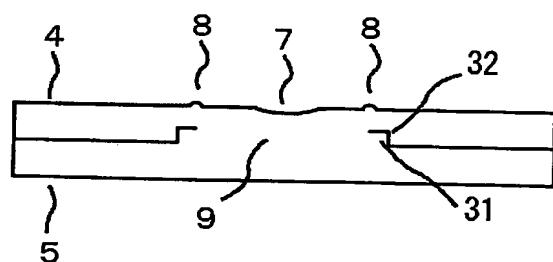
【図13】

図 13



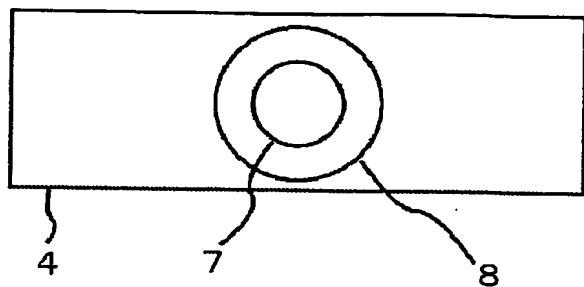
【図14】

図 14



【図15】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

重ね継手の摩擦攪拌接合において、接合強度の高い接合部が得られる方法を提供する。

【解決手段】

ショルダ3の先端に小径の凸部2を有する接合ツール1を用い、この接合ツールを回転させながら、重ね継手の上板4にのみ圧入する。接合ツールの回転による摩擦攪拌作用により上板側の接合界面は塑性流動し、重ね面の表面酸化皮膜が剥離し界面が活性化されて良好な接合部が得られる。また、接合ツールは、先端に小径の凸部2を有する形状にしたことにより、上板接合部厚さ12が大きくなり、接合強度の高い重ね継手が得られる。本発明は、接合ツールを接合方向に連続的に移動する連続接合のほかに、接合ツールの圧入と引き抜きを繰り返すスポット接合にも適用できる。

【選択図】 図1

## 認定・イナカロ・青幸良

特許出願の番号	特願2003-167242
受付番号	50300980296
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年 6月13日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成15年 6月12日
-------	-------------

次頁無

出証特2004-3061061

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由]  
新規登録

住所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏名 株式会社日立製作所